

**Trabajo Final de Carrera**

**Efecto del tipo de manejo (convencional y “agroecológico”) sobre  
la entomofauna epígea en agroecosistemas bajo cubierta del  
Cinturón Hortícola de La Plata.**

**Tejerina Alfaro Celio Roman**

**Nº de Legajo: 26757/2**

**celio\_tejerina@hotmail.com**



**Directora: Dra. Paleologos María Fernanda**

**Co-Directora: Ing. Flores Claudia Cecilia**

**Fecha de entrega: 18/07/2019**

## **Título**

# **Efecto del tipo de manejo (convencional y “agroecológico”) sobre la entomofauna epígea en agroecosistemas bajo cubierta del Cinturón Hortícola de La Plata**

**MODALIDAD: Investigación**

## **RESUMEN**

En el Cinturón Hortícola de La Plata (Argentina) los invernáculos manejados convencionalmente son de baja diversidad y alto uso de insumos aplicados de manera preventiva y sin monitoreo previo. Otros invernáculos de producción “agroecológica”, poseen alta diversidad y bajo uso de agroquímicos, lo que favorecería la presencia de organismos benéficos, como los carábidos y arañas. En La Plata (Argentina) se analizó la abundancia, riqueza, diversidad, estructura y composición de la comunidad de Carábidos y Arañas en invernáculos convencionales y en transición agroecológica. La fauna se recolectó con “pitfall” durante la primavera-verano. Se colocaron 12 trampas en el invernáculo en transición agroecológica y 21 trampas en el invernáculo con manejo convencional, distribuidas en tres transectas. En el invernáculo convencional se hallaron 18 carábidos de 11 especies y 64 arañas de 3 familias, y en el invernáculo en transición 98 carábidos de 4 especies y 174 arañas de 5 familias. Hubo diferencias significativas en las comunidades de carábidos y arañas entre tratamientos. La estructura de las comunidades (arañas y carábidos) presentaron una dominancia de tipo escalonada entre las especies y familias presentes en el sistema en transición agroecológica y una estructura simple en el invernáculo convencional. Los requerimientos ambientales de los grupos presentes también se encuentran estrechamente relacionados con la complejidad de microhábitats disponibles en cada ambiente. La mayor diversidad vegetal y bajo uso de insumos en el sistema “agroecológico” favoreció una mayor complejidad microambiental y, en consecuencia, mostró una mayor abundancia y riqueza de carábidos y arañas y estructuras de las comunidades más complejas en relación al sistema convencional.

|   |    |
|---|----|
| Tabla de contenido  |    |
| INTRODUCCION .....  | 4  |
| MARCO TEORICO .....   | 6  |
| La horticultura en La Plata.....  | 6  |
| <i>La Agroecología</i> .....  | 7  |
| <i>El rol de la biodiversidad en los agroecosistemas. Su relación con la regulación biótica</i> ..... | 8  |
| <i>Carábidos y arañas: su importancia en la regulación biótica de plagas</i> .....                    | 9  |
| HIPOTESIS.....  | 11 |
| OBJETIVO GENERAL .....  | 12 |
| OBJETIVOS ESPECIFICOS .....   | 12 |
| MATERIALES Y METODOS .....  | 12 |
| Área de Estudio .....   | 12 |
| Relevamiento de la Entomofauna Epígea .....   | 15 |
| RESULTADOS .....  | 20 |
| Análisis estadístico.....   | 22 |
| Diversidad de Shannon .....   | 23 |
| Estructura y composición de la comunidad de arañas .....  | 23 |
| Estructura y composición de la comunidad de carábidos .....   | 25 |
| DISCUSION.....  | 27 |
| CONCLUSIONES.....   | 31 |
| BIBLIOGRAFIA .....  | 31 |

## INTRODUCCION

Los sistemas agrícolas “modernos”, bajo un modelo convencional, se caracterizan por una muy baja diversidad y, en consecuencia, un debilitamiento de las funciones ecológicas. Una de las funciones más sensibles es la regulación biótica. Como consecuencia, el manejo de los agroecosistemas requiere del uso intensivo de agroquímicos y tecnologías que reemplacen los servicios ecológicos alterados (Swift et al., 2004; Moonen y Bàrberi, 2008). Esto es bien evidente en los sistemas de producción del Cinturón Hortícola de La Plata.

En la zona hortícola del partido de La Plata (Argentina) más del 70% de los productores son del tipo social familiar (Benencia, 1997). De la superficie productiva el 75% se realiza bajo cubierta (Staviski, 2010). Estos sistemas de invernadero se caracterizan por una baja diversidad y, por un manejo con un alto uso de insumos, fundamentalmente plaguicidas. Estos insumos químicos son aplicados de manera preventiva y sin monitoreo previo, generando una serie de problemas ecológicos, económicos y sociales que dejan cada vez más en evidencia la insustentabilidad de este modelo de producción. Entre estos problemas derivados de la agricultura convencional encontramos una alta peligrosidad para la salud del productor y su familia, la contaminación del medio ambiente y los costos asociados a estos insumos que, muchas veces, los productores no pueden afrontar (Sarandón y Flores, 2014a).

La búsqueda de alternativas tendientes a disminuir el uso de agroquímicos en el Cinturón Hortícola, debe estar orientada hacia el empleo de estrategias de manejo basadas en principios agroecológicos. Sin embargo, avanzar en esta dirección requiere entender el funcionamiento del agroecosistema y las potencialidades que pueden desarrollarse, de manera de mejorar los mecanismos de autorregulación que lleven a una mayor estabilidad y resiliencia (Swift et al., 2004; Moonen y Bàrberi, 2008).

La Agroecología es una ciencia que plantea la necesidad de abordar los agroecosistemas desde una óptica holística y sistémica, considerando todos los componentes que lo conforman, sus interacciones y la función que cada uno cumple en el mismo. Este enfoque, busca disminuir las entradas de insumos externos y minimizar los impactos ecológicos, económicos y sociales, también llamados externalidades negativas (Sarandón y Flores, 2014b). En este sentido, es importante remarcar que el problema de las adversidades, no es el resultado de la mala aplicación por parte de los productores de una buena tecnología, sino de una manera reduccionista de encarar el manejo de los agroecosistemas. Es decir que para limitar o prescindir del uso de plaguicidas en la agricultura, se requiere de un cambio filosófico para abordar la problemática de las plagas (Sarandón y Flores, 2014b).

La bibliografía señala que una mayor diversidad de la vegetación conlleva a una mayor diversidad de microambientes y, en consecuencia, de nichos ecológicos, lo que favorece la presencia de una gran variedad de organismos de diferentes roles tróficos (Marasas et al., 2010; Paleologos et al., 2014; Norris et al., 2016; Pearsons y Tooker, 2017). La presencia de entomofauna con hábitats y hábitos distintos,



permite optimizar el funcionamiento del agroecosistema al asegurar el cumplimiento de todos los procesos ecológicos (Swift et al., 2004; Yoshihara y Sato, 2015). Por ejemplo, esta diversidad de plantas provee una diversidad de flores que brindan polen y néctar para los parasitoides y alimento y presas alternativas para los fitófagos y predadores. A su vez, ofrece sitios de refugio e hibernación para estos y otros organismos, como los descomponedores (Marasas et al., 2010; Paleologos et al., 2015).

Es así que, aumentar la diversidad de la vegetación intra y extra parcela, con intervención del horticultor, aumentando tanto la diversidad planeada como asociada, puede beneficiar las interacciones que optimizan los servicios ecológicos, favoreciendo las poblaciones de organismos benéficos al generar condiciones favorables para su presencia (Yoshihara y Sato, 2015; Norris et al., 2016). Sin embargo, estas condiciones generadas pueden influir diferencialmente sobre la fauna edáfica y epífita, en función a sus requerimientos (Woodcock et al., 2006; Paleologos et al., 2008). La mayoría de los estudios se han orientado al estudio de la fauna epífita, aquella que vive sobre la vegetación (Asteraki et al., 2004; Goulet et al., 2004) y poco se ha realizado en relación a la fauna epigea, que camina sobre la superficie del suelo (Marasas et al., 2010). Conocer los factores que influyen en la presencia de estos grupos epigeos contribuiría a aportar conocimientos en este sentido.

En el cinturón hortícola, existen algunos sistemas de producción bajo cubierta, cuyo manejo no responde al modelo convencional dominante de la región. Estos invernáculos “agroecológicos” se caracterizan por presentar un mayor grado de diversidad vegetal, tanto cultivada como espontánea y un bajo uso de agroquímicos. Los mismos, difícilmente presentan un cultivo dominante, sino que, más bien, se constituyen en un gran número de cultivos que crecen con algún grado de vegetación espontánea. A diferencia de la mayor parte de los invernáculos de la zona, estos sistemas “agroecológicos” son manejados con tecnologías de bajos insumos, por lo que, aparentemente, la mayor diversidad presente en ellos estaría ofreciendo condiciones más favorables para la presencia de organismos benéficos que los invernáculos convencionales.

Hasta el momento existen algunos estudios en agroecosistemas de la zona que buscan entender el rol de la diversidad en la presencia de organismos benéficos. Sin embargo, los mismos, en general, se han desarrollado en sistemas al aire libre (Paleologos et al., 2008), siendo pocos los estudios que se han realizado en cultivos bajo invernáculo (Baloriani et al., 2009). En sistemas bajo cubierta, estudiar el impacto de las prácticas de manejo (convencional y en transición agroecológica) sobre la presencia de fauna edáfica, así como su distribución en diferentes roles tróficos, aportará herramientas para mejorar en un futuro la toma de decisiones, optimizar el cumplimiento de procesos y reducir el uso de insumos.

## MARCO TEORICO

### La horticultura en La Plata

La ciudad de La Plata, se fundó a fines del siglo XIX y se constituyó en el centro administrativo de toda la provincia. Posteriormente se desarrollaron industrias como la frigorífica y petroquímica, esto permitió la formación de un entorno de producción hortícola muy incipiente que hoy se denomina Cinturón Hortícola de La Plata (Ringuelet, 2008). Esta región productiva tuvo una gran expansión en la década del '80 y se consolidó en la década del '90 a través de la incorporación de un paquete tecnológico asociado al uso del invernadero (García, 2014).

Los últimos datos oficiales señalan que La Plata posee el 79% de la superficie bajo cubierta del Cinturón Hortícola Bonaerense y un 62% de los invernáculos de toda la provincia de Buenos Aires, con una superficie dedicada a la horticultura cercana a las 2.670 hectáreas, correspondiendo 764 a cultivos bajo cubierta (CHFBA'05). Estimaciones realizadas por Staviski (2010), indican que la superficie productiva bajo cubierta estaría en torno al 75%. Estimaciones más recientes, indican que el sur del área metropolitana de Bs As, integrada por los partidos de La Plata, Florencio Varela y Berazategui, cuentan con una superficie bajo cubierta de 7100 hectáreas, de las cuales 6000 hectáreas corresponden a La Plata (Cieza, 2018) siendo de esta manera la región hortícola más importante de Buenos Aires, y también la más capitalizada de la Argentina (García, 2011). Este dominio de la región, se debe a que los ahorros percibidos por los productores casi en su totalidad, son canalizados a la construcción de invernáculos (García, 2011). Según García (2015) el éxito del modelo hortícola platense está basado en tres pilares: el rol del horticultor boliviano, la explotación de la fuerza de trabajo y el uso del invernáculo.

Es así que la intensificación de la producción en el cinturón hortícola de La Plata está asociada al aumento de la superficie bajo cubierta y al alto uso de insumos. La producción bajo cubierta produce una artificialización radical de los agroecosistemas, por el uso de una gran cantidad de madera y polietileno que conforman la estructura del invernáculo. Esto genera una gran cantidad de material que se deshecha cuando termina su vida útil. Particularmente el polietileno persiste en el ambiente por poseer cierta resistencia a los factores de degradación físicos y químicos: lo que aparece como una ventaja desde el punto de vista productivo pasa a ser desventaja cuando se lo deshecha, a esto se suma las cintas de goteo y el mulching que también deben cambiarse periódicamente (García, 2011).

En los invernáculos generalmente predomina el monocultivo de especies y la escasa o nula rotación de cultivos (tomate sobre tomate) lo que trae como consecuencia una enorme cantidad de alimento disponible para las plagas dado que se combinan una alta disponibilidad y calidad del alimento y la fácil localización del mismo.

En estos sistemas se utilizan distintos tipos de agroquímicos (insecticidas, fungicidas, herbicidas, nematicidas y fertilizantes), riego por goteo y plantines (Hang et al., 2009). La aplicación de agroquímicos se realiza para el control de insectos plaga, fundamentalmente Polilla del tomate (*Tuta absoluta*), mosca blanca

(*Traleurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*), Trips (*Frankliniella occidentalis*, *F. schultzei* y *Thrips tabaci*) y también enfermedades fúngicas que afectan la parte aérea de la planta. Estos insumos químicos son aplicados, muchas veces, de manera preventiva y sin monitoreo previo.

Muchas quintas con invernáculos poseen poca superficie al aire libre y, en consecuencia, poca o nula vegetación espontánea en las borduras. Asimismo, en las borduras está generalizada la práctica de aplicación de herbicidas para evitar el crecimiento de vegetación espontánea, la misma aplicación se realiza a los zócalos y entresurco. De esta manera la única especie presente es la especie cultivada.

Estos sistemas convencionales se caracterizan por una muy baja biodiversidad debido a que, en general, se basan en monocultivos, lo que trae como consecuencia, una reducción extrema de las dimensiones específica, estructural, fenológica y funcional de la diversidad en los agroecosistemas (Paleologos, 2008; Paleologos y Flores, 2014).

Esto produce un debilitamiento de las funciones ecológicas (Swift et al., 2004) entre ellas el ciclado de nutrientes, la regulación biótica, la sucesión ecológica, el flujo de energía y la regulación del ciclo del agua (Nicholls, 2015). Estas funciones ecológicas alteradas son reemplazadas por un alto uso de insumos costosos, escasos y peligrosos lo que ha generado innumerables problemas como: resistencia de plagas y enfermedades a los plaguicidas; lixiviación de nutrientes; eutrofización y contaminación de aguas; contaminación del suelo y los alimentos, riesgos para la salud del productor, su familia y los consumidores, elevados costos de producción que muchos productores no pueden afrontar, entre otros (Sarandón y Flores, 2014a; Paleologos et al., 2017).

### **La Agroecología**

Los problemas generados por el enfoque de la revolución verde, señalan la necesidad de encarar los sistemas agrícolas y su manejo bajo un enfoque diferente que permita lograr la sustentabilidad.

En este sentido, la Agroecología se plantea como un nuevo paradigma contra hegemónico, un nuevo campo de conocimiento, capaz de validar, aplicar y generar nuevos conocimientos, y fusionarlos con los saberes y prácticas locales de los productores, para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables (Sicard, 2009; Sarandón y Flores, 2014b; Paleologos et al., 2017).

La agroecología no plantea cambiar un paquete tecnológico por otro más amigable con el ambiente, sino que busca establecer una relación entre la producción, el ambiente y la dimensión social, política y económica (Sarandón y Flores, 2014b).

A pesar de que existen diferentes definiciones de la Agroecología, todas ellas coinciden en que es necesario ir hacia sistemas productivos más sustentables. En este sentido, se define la agricultura sustentable como “aquella que mantiene en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfacen las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que

establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales que lo soportan” (Sarandón, 2010). De esta definición se desprende que un sistema sustentable, debe ser: económicamente viable, suficientemente productivo, ecológicamente adecuado y socio-culturalmente aceptable (Sarandón y Flores, 2014b).

En la dimensión ecológica la Agroecología propone la conservación de los recursos naturales, entre ellos la biodiversidad.

### ***El rol de la biodiversidad en los agroecosistemas. Su relación con la regulación biótica***

La biodiversidad provee bienes (fibras y alimentos) y además, garantiza el cumplimiento de procesos clave de los ecosistemas: acumulación de materia orgánica, fertilidad del suelo, mecanismos de regulación biótica de plagas, la productividad de los cultivos, polinización, entre otros (UNEP, 2000; Swift et al., 2004; Altieri y Nicholls, 2007; Stupino et al., 2014). De esta manera la preservación de la biodiversidad es fundamental para lograr la estabilidad de los agroecosistemas (Altieri y Letourneau, 1984; Swift et al., 2004).

La optimización de los servicios que provee la biodiversidad, permite disminuir el uso de insumos externos y el impacto ambiental sobre otros sistemas (Stupino et al., 2014). Caracterizar la diversidad es una tarea compleja. Una manera de hacerlo es desglosar la caracterización según las dimensiones propuestas por Gliessman (2002): genética, específica, vertical, horizontal, estructural, temporal y funcional.

Las estrategias de diversificación deben estar enfocadas a aumentar la biodiversidad funcional. Ésta se entiende como aquella que aporta a la productividad del agroecosistema a través de optimizar los procesos ecológicos (Altieri y Nicholls, 2007; Altieri, 2007). Aquellos agroecosistemas que tengan un alto grado de diversidad funcional serán más resilientes a perturbaciones (Lin, 2011). En este sentido, la presencia de una importante diversidad funcional va a depender de las características de las otras dimensiones.

Una manera de aumentar la diversidad funcional es a través del manejo de la diversidad cultivada o espontánea. En este sentido, el rediseño predial juega un rol fundamental.

Aumentar la biodiversidad cultivada, es una decisión del agricultor y se puede lograr a través de la promoción de diseños diversificados tales como la existencia de una gran variedad de arreglos vegetales, policultivos, cultivos de cobertura, diseños de diversificación de cultivos, etc. (Altieri y Nicholls, 2007).

Las estrategias de diversificación deben estar enfocadas también en aumentar la biodiversidad espontánea, es decir, aquella vegetación que se encuentra presente sin la intervención directa o intencional del agricultor. Desde hace tiempo se está valorando el papel de estos hábitats seminaturales. De una visión de los mismos como ambientes potenciales para el desarrollo de plagas, se ha pasado a otra donde se está comprendiendo el rol que ocupan los ambientes seminaturales dado que éstos actúan como sitios de refugio, reproducción y alimento para organismos que cumplen importantes roles en el agroecosistema, como son los



enemigos naturales (Fournier y Loreau, 2001; Schmidt y Tscharnkte, 2005; Hatt, 2017). Estos ambientes seminaturales pueden ser borduras, parches y corredores de vegetación espontánea.

En aquellos agroecosistemas que presentan un componente vegetal diversificado se ponen en juego los dos mecanismos principales para la regulación de plagas: el mecanismo “*Bottom-up*” y el “*Top-down*”. El “*Bottom-up*” resulta del “enmascaramiento” del recurso, es decir, un componente vegetal diversificado genera una mayor cantidad de estímulos visuales y olfatorios que dificulta la localización y visualización del alimento por parte de las plagas, afectando en consecuencia su reproducción (Risch et al., 1983; Andow, 1991). Por otro lado y, simultáneamente, esta diversidad vegetal ofrece una mayor oferta de nichos para la presencia de enemigos naturales, como los predadores y parasitoides, los que se alimentan de la plaga afectando también su densidad poblacional. Este mecanismo de control por enemigos naturales se denomina control “*Top-down*”.

### ***Carábidos y arañas: su importancia en la regulación biótica de plagas***

Las arañas (Orden Araneae) y los carábidos (Orden Coleóptera: Familia Carabidae), son de los grupos más abundantes y diversos en los agroecosistemas. Ambos han sido mencionados como grupos importantes que actúan en el proceso de regulación biótica (“*Top-down*”).

Es indudable y bien conocido el rol predador que ocupan las arañas, en su mayoría polífagas (Simó et al., 2011). Estas se caracterizan por su gran abundancia en los agroecosistemas; tienen la capacidad de ocupar distintos microambientes, cierta tolerancia a la falta de alimento y a la desecación lo que las convierte en un importante grupo cuyo rol es fundamental en el control de plagas (Balorani et al., 2010; Armendano y González, 2011). Se las mencionó en el control de insectos plaga como ácaros, áfidos, larvas y adultos de lepidópteros, homópteros, ortópteros, coleópteros y dípteros, (Armendano y González, 2011; Dubrovsky et al., 2017). Las arañas conforman gremios o grupos funcionales que denotan la amplia variedad de estrategias que utilizan para obtener sus presas. La presencia de distintos gremios varía según el grado de intervención antrópica y la presencia de vegetación diferente (Collins et al., 1996; Chen y Tso, 2004; Schmidt et al., 2005; Castiglioni et al., 2017).

De la misma manera muchas especies de carábidos son de hábitos predadores polífagos, voraces, hábiles en su desplazamiento sobre la superficie y consumen muchas especies consideradas plaga en la agricultura (babosas, caracoles, isocas, áfidos y otros insectos) actuando como importantes reguladoras de plagas (Marasas, 2002; Lietti et al., 2008; Porrini et al., 2015; Dubrovsky et al., 2017). Además, muchos carábidos contribuyen por sus hábitos fosores y/o de alimentación con la descomposición de materia orgánica y la aireación del suelo (Paleologos et al., 2008; Balorani et al., 2009).

Tanto las arañas como los carábidos, son muy utilizados en los estudios de sustentabilidad en los agroecosistemas, actuando como indicadores biológicos (Paleologos, 2012; Castiglioni et al., 2017). Cumplen con todos los requerimientos

para ser considerados indicadores: se encuentran en casi todos los ambientes de manera abundante, son sensibles a los cambios en los factores bióticos y abióticos, responden a las alteraciones del hábitat, ya sea por disturbios antrópicos o naturales y son fáciles de recolectar (Paleologos, 2012; Castiglioni et al., 2017).

Las arañas pueden ser un indicador de impacto ambiental. En estudios de arañas en ambientes naturales y agroecosistemas con distinto grado de intervención antrópica, se observó que se produce un cambio de especies en la comunidad de arañas (Rubio et al., 2004; Simó et al., 2011; Castiglioni et al., 2017).

Las arañas tienen un valor potencial considerable por su rol depredador de insectos plaga, esto se observó por ejemplo en cultivos de algodón (Almada et al., 2012) y en cultivos de alfalfa (Armendano y Gonzales, 2012).

Los agroecosistemas con alta diversidad tanto cultivada como espontánea, junto con la existencia de ambientes seminaturales como borduras y/o corredores de vegetación espontánea, permitirían albergar una mayor abundancia, riqueza y presencia de distintos gremios de arañas (Suárez-Forero et al., 2009; Martínez-Martínez et al., 2016).

Se ha detectado que la presencia de arañas se ve favorecida por una gran diversidad y el uso de productos inocuos (Morris et al., 1999), así como también por los sistemas de labranza del suelo ya que una baja intensidad de laboreo permitiría albergar una mayor abundancia y diversidad de arañas (Lietti et al., 2008).

Por su parte, los carábidos, están conformados por especies con distintos requerimientos de hábitats y hábitos tróficos, en su gran mayoría predadores de plagas agrícolas, por este motivo son importantes en el control de organismos plaga en los cultivos. Otros actúan en el ciclado de la materia orgánica consumiendo y mezclando las partículas orgánicas e inorgánicas, de esta manera favorecen la aireación del suelo al crear galerías y a su vez la infiltración del agua. Algunas especies se alimentan de semillas de vegetación espontánea, siendo importantes controladores de vegetación no deseada en el área cultivada (Porrini et al., 2015). Existen algunas especies de carábidos de hábitos de vida fosores los que, al realizar galerías en el suelo, contribuyen a la estructuración, aireación e infiltración; otras tienen hábitos cursoriales superficiales, de desplazamiento hábil y los de hábito semi-fosoras, se encuentran en la interfase suelo-mantillo (Paleologos, 2012).

La composición de la comunidad de carábidos puede ser un indicador de las condiciones ambientales ya que la misma está relacionada con la existencia de ciertos requerimientos ambientales (Gibb y Hochuli, 2002; Magura, 2002; Rainio, 2009; Koivula, 2011; Paleologos, 2012; Castiglioni et al., 2017). Según las preferencias de hábitat, ciertas especies se denominan estenótopas, también llamadas especialistas, se encuentran en ambientes con una alta complejidad microambiental, con alta diversidad vegetal, requieren condiciones específicas de temperatura, humedad, tipo de suelo y una estructura vegetal determinada. Otras especies denominadas eurítopas o generalistas, tienen una tolerancia mayor a los cambios ambientales esto es ambientes con mucho disturbio, antropizados, poca diversidad y microambientes (Paleologos, 2012).

Además de la composición, la estructura de la comunidad también permite reflejar el grado de disturbio de un ambiente. La estructura de la comunidad es el resultado de la dominancia relativa de las especies presentes, es decir la abundancia de cada especie en relación a las otras especies. La dominancia (abundancia relativa) de las especies presentes se puede ver expresada mediante un histograma que representa la estructura de dominancia de la comunidad (Zelennkova y Hurka, 1990). Podrían definirse dos tipos de estructura de dominancia en relación al grado de disturbio del ambiente: una estructura simple, en la cual existe una dominancia superior de unas pocas especies por sobre las restantes (Agosti y Sciaky, 1998; Cicchino, 2009b; Cicchino y Farina, 2009), y una estructura más compleja de tipo escalera, en la cual, si bien existen especies con diferente grado de dominancia, las variaciones entre las mismas son menos bruscas (Agosti y Sciaky, 1998; Cicchino y Farina, 2007b).

La estructura y composición del ensamble de carábidos está fuertemente relacionada con las condiciones microambientales del suelo, las que, a su vez, están determinadas por la diversidad del componente vegetal y con el tipo de manejo (Thiele, 1977). Sistemas con alta diversidad y bajo disturbio han mostrado la presencia de estructuras de la comunidad de tipo escalera, con la dominancia de especies con hábitos ambientales específicos (estenótopas). Por el contrario, sistemas más simplificados, muy disturbados y con baja diversidad vegetal han mostrado estructuras de la comunidad más simples, con especies muy dominantes por sobre las restantes y fundamentalmente de requerimientos amplios (aurítocas) (Marasas et al., 2010; Paleologos, 2012).

En el Cinturón Hortícola de La Plata se han realizado algunos estudios de la composición de la fauna presente en diferentes sistemas productivos (Paleologos et al., 2008; Terashima et al., 2015), incluso algunos de ellos han analizado la comunidad de carábidos (Porrini et al., 2015; Paleologos et al., 2019). Sin embargo, son muy pocos los estudios realizados en sistemas bajo cubierta de la zona (Baloriani et al., 2009; Baloriani et al., 2010). Profundizar el estudio del impacto de diferentes tipos de manejo sobre estos grupos importantes para el funcionamiento de los agroecosistemas, brindará herramientas para diseñar y manejar sistemas que permitan optimizar los procesos ecológicos y reducir así el uso de insumos.

## **HIPOTESIS**

El tipo de sistema de manejo (convencional y en transición agroecológica) en invernáculos del Cinturón Hortícola de La Plata afecta la abundancia, riqueza, diversidad, estructura y composición de la comunidad de Carábidos y Arañas presentes.

### **Predicciones:**

- 1) Los invernáculos manejados bajo un enfoque agroecológico (mayor diversidad vegetal y menor uso de insumos) presentarán una mayor abundancia, riqueza y diversidad de Carábidos y Arañas que los invernáculos manejados bajo un enfoque convencional (monocultivo y alto uso de insumos químicos).
- 2) La estructura y composición de la comunidad de Carábidos y de Arañas reflejará la complejidad ambiental propia de cada tipo de manejo.

## **OBJETIVO GENERAL**

- Analizar las variaciones de la abundancia, riqueza, diversidad, estructura y composición de la comunidad de Carábidos y Arañas presentes en invernáculos bajo distintos sistemas de manejo (convencional y en transición agroecológica).

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Identificar la fauna de Carábidos y Arañas presente.
- Determinar la abundancia (densidad- actividad), riqueza y diversidad de Carábidos y Arañas en cada tipo de manejo (invernáculo convencional e invernáculo en transición agroecológica).
- Comparar los parámetros del punto anterior entre los tratamientos (convencional y en transición agroecológica).
- Analizar la relación entre el tipo de manejo y la estructura y composición de la comunidad de Carábidos y de Arañas (dominancia relativa y particularidades ecológicas de las especies de carábidos y de las familias de Arañas).
- Analizar la importancia del tipo de manejo y el cumplimiento de funciones ecológicas, fundamentalmente la regulación biótica.

## **MATERIALES Y METODOS**

### ***Área de Estudio***

Los ensayos se realizaron en dos sistemas de producción bajo cubierta pertenecientes al Cinturón Hortícola de La Plata (CHLP), Buenos Aires, Argentina (35° Latitud S, 58° Longitud O, 30 msnm). El clima de la zona es templado, la temperatura media anual es de 16.2°C, la temperatura media varía entre 22.8°C para el mes más cálido (enero) y 9.9°C para el mes más frío (julio), posee una precipitación media anual que oscila entre 800 y 1000 mm, sin estación seca. Por su cercanía al río de La Plata la humedad tiende a ser abundante, siendo la humedad media anual de 77,6 % y el viento dominante del Sudeste. La intensidad



media anual de los vientos es de 12 km/h, predominando los provenientes de E y secundariamente los de NE y SO. Las mayores intensidades se dan en octubre, diciembre y enero, con valores medios de 15 a 7 km/h.

El desarrollo del trabajo se realizó en dos invernáculos similares en cuanto a estructura, pero manejados bajo criterios diferentes y contrastantes:

1.- Invernáculo con Manejo convencional (Figura 1): corresponde a un establecimiento familiar, ubicado en la localidad de Los Hornos, en el mismo se realiza un manejo de tipo convencional. El invernáculo tiene una superficie cubierta de 45x80 metros, se encuentra rodeado de otros invernáculos, con excepción de un lateral donde se elimina la vegetación espontánea con herbicida. Este invernáculo se caracteriza por una muy baja diversidad, tanto cultivada como espontánea y el uso de insumos en gran cantidad, riego por goteo, elevado uso de fertilizantes (químicos y orgánicos), control químico de vegetación espontánea, plagas y enfermedades con aplicaciones con alta frecuencia y muchas veces de manera preventiva. El laboreo del suelo consistió en una intensa remoción de toda la superficie: se pasó rastra de discos para eliminar los anteriores lomos e iniciar de la remoción del suelo, posteriormente se pasó con rotativa (la cual deja el suelo mullido). Posteriormente se realizaron los lomos, los mismos se cubrieron con mulching y se aplicó un biocida mediante goteo (agrosolone). Toda la superficie del invernáculo se encontraba ocupada por el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicon* L.).





Figura 1: Invernáculo de tomate perteneciente al Cinturón Hortícola de La Plata manejado bajo un enfoque convencional. Se observa la baja diversidad vegetal interna y en los alrededores del invernáculo la presencia de la bordura de vegetación muerta por la aplicación de glifosato.

2.- Invernáculo en “Transición agroecológica” (Figura 2): Se muestreó un invernáculo con un manejo basado en principios agroecológicos, con alto uso de tecnologías de proceso, un mayor grado de diversidad cultivada y espontánea y un nulo uso de insumos químicos ubicado en Villa Argüello, Berisso. El mismo contaba con una gran diversidad de especies cultivadas: tomate, pimiento, cebolla de verdeo, puerro, acelga, lechuga, perejil, apio, albahaca, remolacha; y asociado a estos cultivos plantas aromáticas (mentas, lipia, lavanda, pasto limón, burrito) y flores (gladiolos, caléndulas, etc.). La vegetación espontánea se controló de manera manual a través de carpidas y únicamente en el surco de cultivo, el control de insectos plaga y enfermedades se realizó mediante preparados caseros y se fertilizó con abonos orgánicos principalmente compost. La remoción del suelo se realizó solamente en el surco, dejando el resto de la superficie cubierta con vegetación espontánea.



Figura 2: Invernáculo en transición “agroecológica”. Se observa la importante diversidad, tanto de especies cultivadas como espontáneas.

### ***Relevamiento de la Entomofauna Epígea***

Para el relevamiento de la entomofauna se utilizaron trampas “pitfall” o trampas de caída (Figura 3). A pesar de sus limitaciones (Luff, 1975; Phillips y Cobb, 2005), constituye la técnica más usada para evaluar el número y actividad de los organismos que se mueven sobre la superficie del suelo (Thiele, 1977; Baars, 1979; Jarosik, 1992; Spence y Niemelä, 1994). Las trampas consisten de recipientes plásticos de 11 cm de diámetro por 12 cm de alto, los cuales, a 2 cm de la boca, constan de 8 orificios laterales de 2 cm de alto x 3 cm de ancho. Las trampas se enterraron hasta que el borde inferior de los orificios quede 1 cm por debajo de la

superficie del suelo. La boca de la trampa se cubrió con una tapa plástica, para proteger el recipiente del ingreso de materiales extraños como tierra, malezas. Se colocó en su interior una solución no atrayente de 250 ml de formol 4% y trazas de detergente doméstico en 10 litros de agua corriente. El objetivo del detergente fue disminuir la tensión superficial de la solución y permitir que la muestra quede en el fondo del recipiente. (Paleologos et al., 2015).

Se colocaron 12 trampas en el invernáculo en transición agroecológica y 21 trampas en el invernáculo con manejo convencional, distribuidas en tres transectas. La distancia entre trampas y transectas varió entre los tratamientos en función al tamaño del invernáculo. En el invernáculo en transición las transectas se separaron cada 6 mt y dentro de cada una las trampas pitfall se dispusieron cada 7 mt. En el invernáculo convencional tanto las transectas como las trampas dentro de cada transecta estuvieron dispuestas cada 10 mt. La disposición de las transectas en cada uno de los invernáculos y de las trampas pitfall en cada transecta se muestran en las Figuras 4 y 5.

Su contenido se recolectó cada 25-30 días durante primavera-verano, ya que esta es la época con mayor diversidad faunística del año. El material recolectado fue rotulado con fecha y ubicación de la trampa, llevado a laboratorio para su limpieza. Los coleópteros (Carabidae) y arañas identificados en cada trampa se colocaron en frascos con alcohol etílico al 70% para su posterior identificación taxonómica. Los individuos se identificaron a nivel de especie en el caso de Carabidae y, a nivel de familia en el caso de arañas. Para la identificación se utilizaron claves entomológicas y se consultó a especialistas.

Los grupos identificados (Orden o Familia) fueron caracterizados en función de sus hábitos tróficos de vida (predadores, fitófagos, descomponedores), siguiendo los criterios utilizados por Paleologos (2014). Para cada tratamiento (convencional y en transición agroecológica) se calculó la abundancia de cada grupo (número de individuos/trampa), la riqueza (S) y la diversidad mediante el Índice de Shannon-Wiener ( $H' = - \sum p_i \ln p_i$ , donde  $p_i$  es la proporción de individuos del grupo  $i$ ).

Para evaluar diferencias entre tratamientos se realizaron ANOVA de una vía y multifactorial, y test de Tukey ( $P < 0,05$ ), previa transformación  $\log(\text{ind/trampa} + 1)$  en el caso de la abundancia y del número de familias / trampa.

Se discutió el alcance de los resultados obtenidos para la estabilidad y resiliencia y, en consecuencia, para la sustentabilidad de los agroecosistemas.





Figura 3: Estructura y colocación en el invernáculo de una trampa "pitfall"

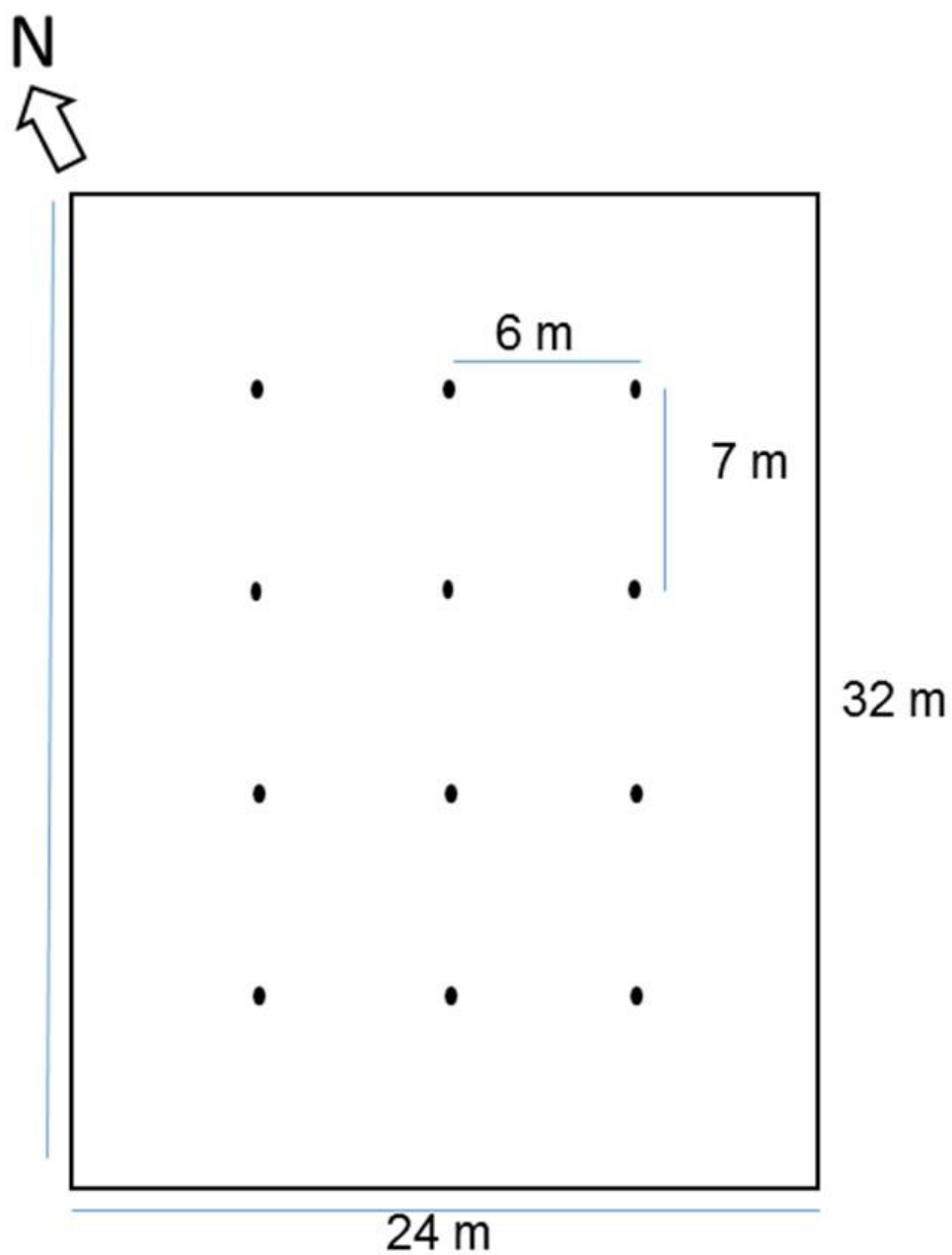


Figura 4: Esquema del invernáculo en transición “agroecológica” y disposición de las trampas pitfall. Cada punto representa una trampa pitfall.



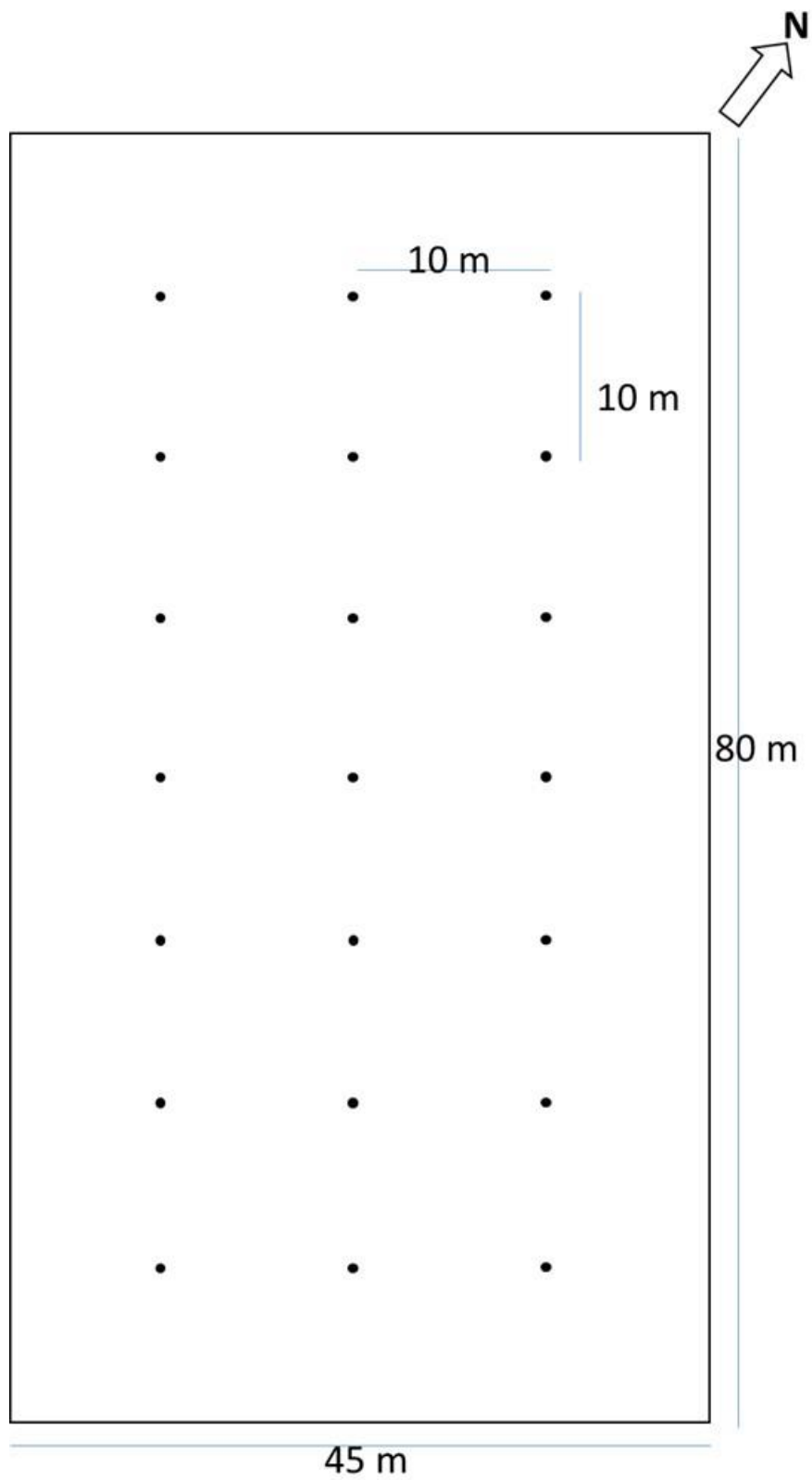


Figura 5: Esquema del invernáculo con manejo convencional y disposición de las trampas pitfall. Cada punto representa una trampa pitfall.

## RESULTADOS

Se capturaron un total de 354 individuos, 82 en el invernadero convencional y 272 en el invernadero en transición. Las familias de arañas y las especies de carábidos capturados se muestran en las Figuras 6 y 7.

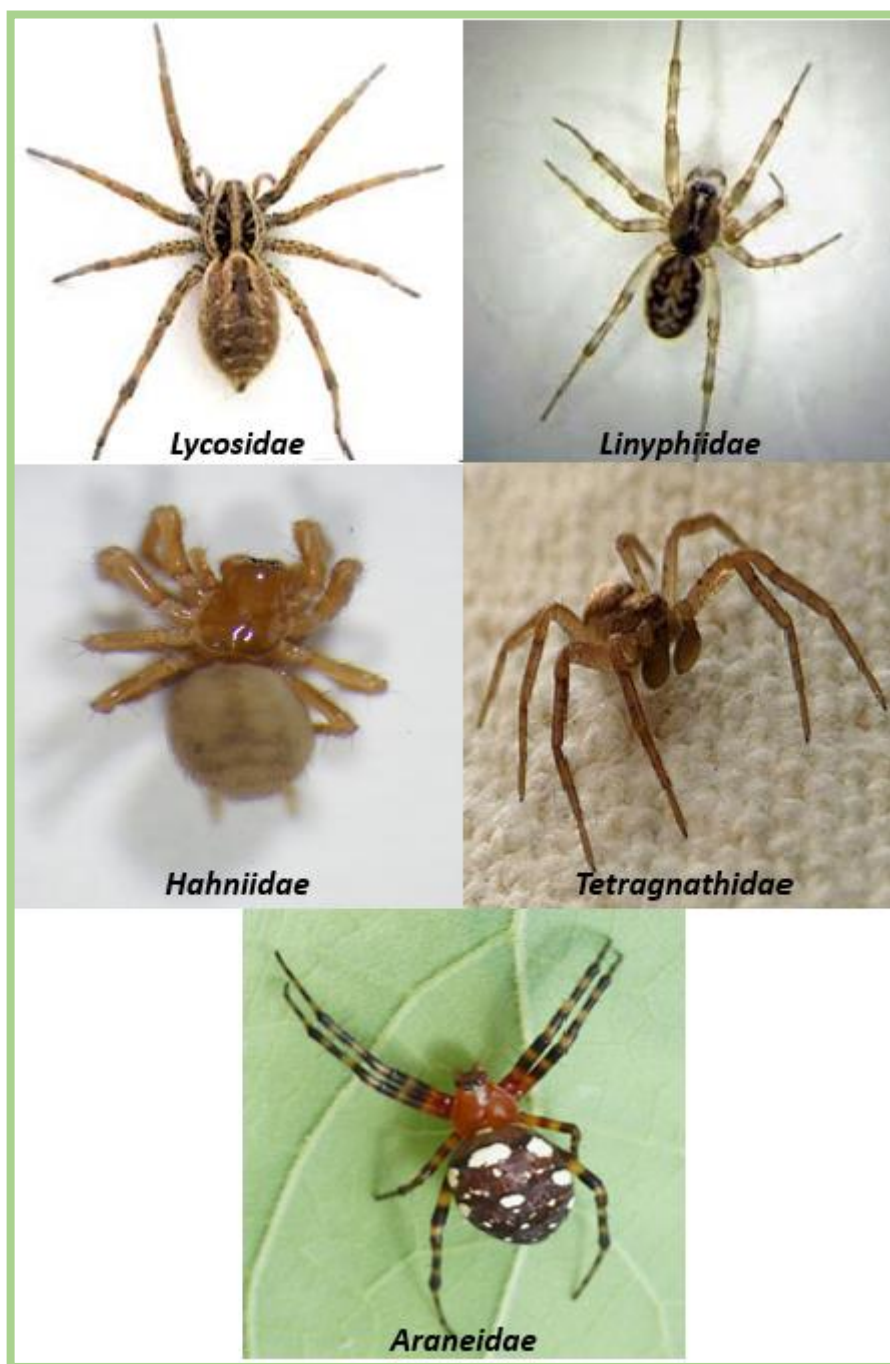


Figura 6: Familias de arañas halladas en el invernáculo en transición agroecológica y en el invernáculo convencional en el Cinturón Hortícola de La Plata, Argentina. Fotos con permiso de reutilización según [www.google.com.ar](http://www.google.com.ar)

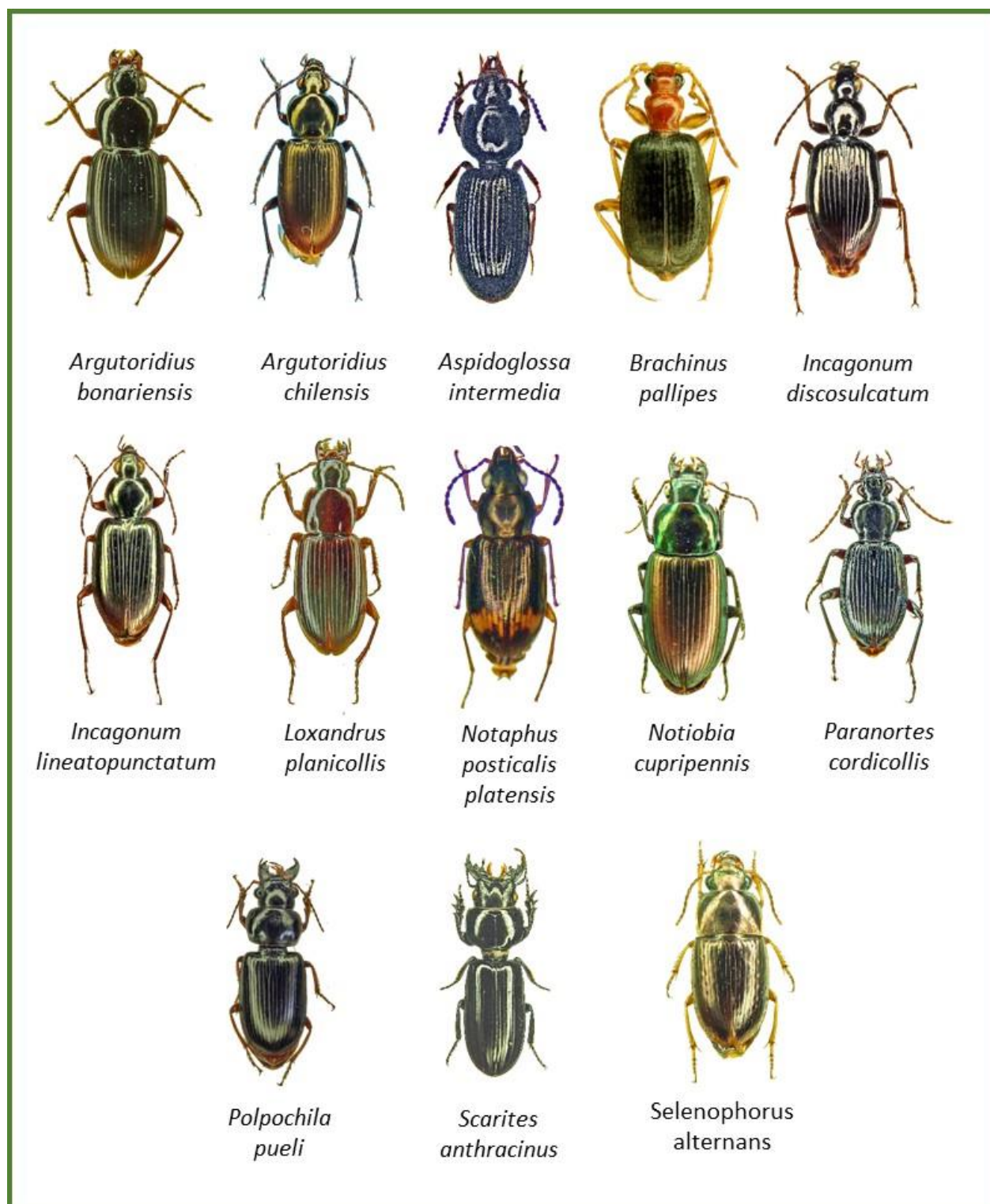


Figura 7: Especies de carábidos (Coleoptera, Carabidae) halladas en el invernáculo en transición agroecológica y en el invernáculo convencional en el Cinturón Hortícola de La Plata, Argentina.

En el invernadero convencional se capturaron un total de 64 arañas de 3 familias y 18 carábidos de 11 especies. En el invernadero en transición se capturaron un total de 174 arañas de 5 familias y 98 carábidos de 4 especies. El número de carábidos y arañas por trampa y por tipo de manejo se muestran en la figura 8.

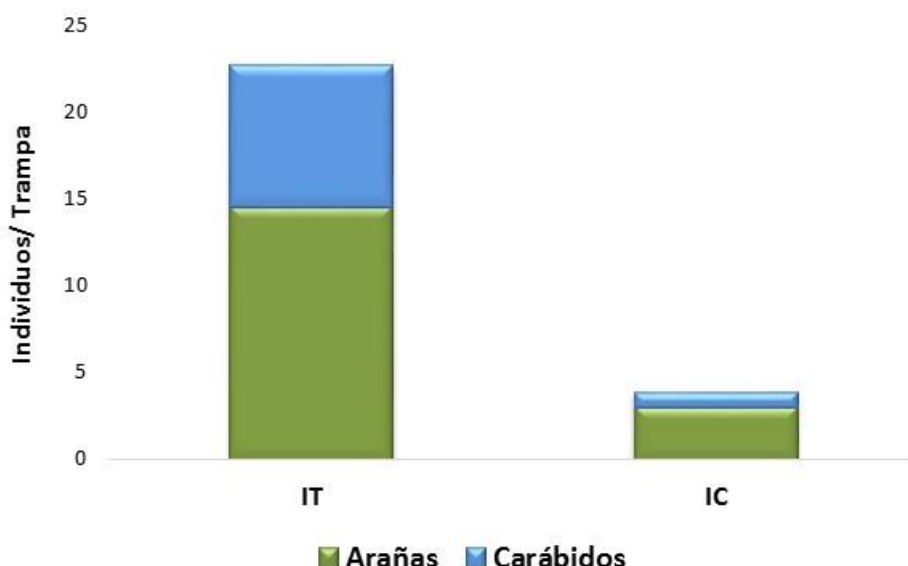


Figura 8: Número de arañas y carábidos por trampa capturados en el invernáculo en transición (IT) y en el invernáculo convencional (IC).

### **Análisis estadístico**

La abundancia total (C + A) presentó diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA:  $F=93,64$ ;  $gl=1,93$ ;  $P<0,0001$ ), aunque no se observaron diferencias significativas entre meses ( $F=0,58$ ;  $gl=2,93$ ;  $P>0,05$ ). Además, no se observó interacción entre tratamientos por mes ( $F=0,99$ ;  $gl=2,93$ ;  $P>0,05$ ).

En cuanto a la abundancia de Carábidos (C) se observaron diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA:  $F=71,20$ ;  $gl=1,93$ ;  $P<0,0001$ ), también hubo diferencias significativas entre meses ( $F=8,97$ ;  $gl=2,93$ ;  $P=0,0003$ ) y hubo interacción entre tratamientos por mes ( $F=5,73$ ;  $gl=2,93$ ;  $P=0,0045$ ).

Hubo diferencias significativas en la abundancia de Arañas (A) entre tratamientos (ANOVA:  $F=53,37$ ;  $gl=1,93$ ;  $P<0,0001$ ). Aunque no se observaron diferencias significativas entre meses ( $F=0,82$ ;  $gl=2,93$ ;  $P>0,05$ ) si se observó interacción entre tratamientos por mes ( $F=3,27$ ;  $gl=2,93$ ;  $P=0,042$ ).

En cuanto a la riqueza total (C + A) se observó diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA:  $F=66,33$ ;  $gl=1,93$ ;  $P<0,0001$ ), aunque no se observaron diferencias significativas entre meses ( $F=0,79$ ;  $gl=2,93$ ;  $P>0,05$ ). Además, no se observó interacción entre tratamientos por mes ( $F=0,90$ ;  $gl=2,93$ ;  $P>0,05$ ).

La riqueza de especies de Carábidos (C), presentó diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA:  $F=35,51$ ;  $gl=1,93$ ;  $P<0,0001$ ). También se observaron diferencias significativas entre meses ( $F=6,25$ ;  $gl=2,93$ ;  $P=0,001$ ). Además, no se observó interacción entre tratamientos por mes ( $F=2,25$ ;  $gl=2,93$ ;  $P>0,05$ ).

La riqueza de familias de Arañas (A) presentó diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA:  $F=49,73$ ;  $gl=1,93$ ;  $P<0,0001$ ), aunque no se observaron diferencias significativas entre meses ( $F=1,54$ ;  $gl=2,93$ ;  $P>0,05$ ). Además, se observó interacción entre tratamientos por mes ( $F=3,55$ ;  $gl=2,93$ ;  $P=0,032$ ).

### **Diversidad de Shannon**

El índice de diversidad de Shannon mostró una mayor diversidad de familias de arañas en el invernáculo en transición “agroecológica” ( $H' = 1,14$ ) en relación al convencional ( $H' = 0,76$ ). Contrariamente, la diversidad de especies de carábidos fue mayor en el manejo convencional ( $H' = 2,26$ ) en relación al manejo agroecológico ( $H' = 0,70$ ).

### **Estructura y composición de la comunidad de arañas**

La dominancia relativa de cada familia por tratamiento se muestra en la tabla 1.

| Familia        | IT   |            | IC   |           |
|----------------|------|------------|------|-----------|
|                | DA   | %-D        | DA   | %-D       |
| Lycosidae      | 8,50 | 58,62-Eud  | 1,52 | 50-Eud    |
| Tetragnathidae | 2,75 | 18,97-Eud  |      |           |
| Hahniidae      | 1,92 | 13,22- Eud | 1,48 | 48,44-Eud |
| Linyphiidae    | 1,25 | 8,62- Dom  | 0,05 | 1,56-R    |
| Arancidae      | 0,08 | 0,57-Sr    |      |           |
| Riqueza        | 5    |            | 3    |           |

Tabla 1: Familias de arañas halladas en el invernáculo en transición (IT) y en el invernáculo convencional (IC) en el Cinturón Hortícola de La Plata, Argentina. DA: Densidad- actividad (Abundancia/ trampa); %: Abundancia relativa porcentual; D: Dominancia (Eud: Eudominante; Dom: Dominante; R: Recedente; Sr: Subrecedente).

Se observó que la dominancia relativa de la familia mejor representada (Lycosidae) fue igual para ambos tratamientos, en el tratamiento convencional esta familia tuvo una dominancia del 50 % y en el tratamiento en transición del 58,6 %. En cuanto a la segunda familia en importancia, no fue la misma para los dos tratamientos, ya que para el tratamiento convencional fue la familia Hahniidae (48,4%) y para el tratamiento en transición fue la familia Tetragnathidae (18,9%).



La estructura de la comunidad de arañas muestra una estructura claramente escalonada en el invernáculo en transición y una estructura simple en el invernáculo convencional (Figura 9).

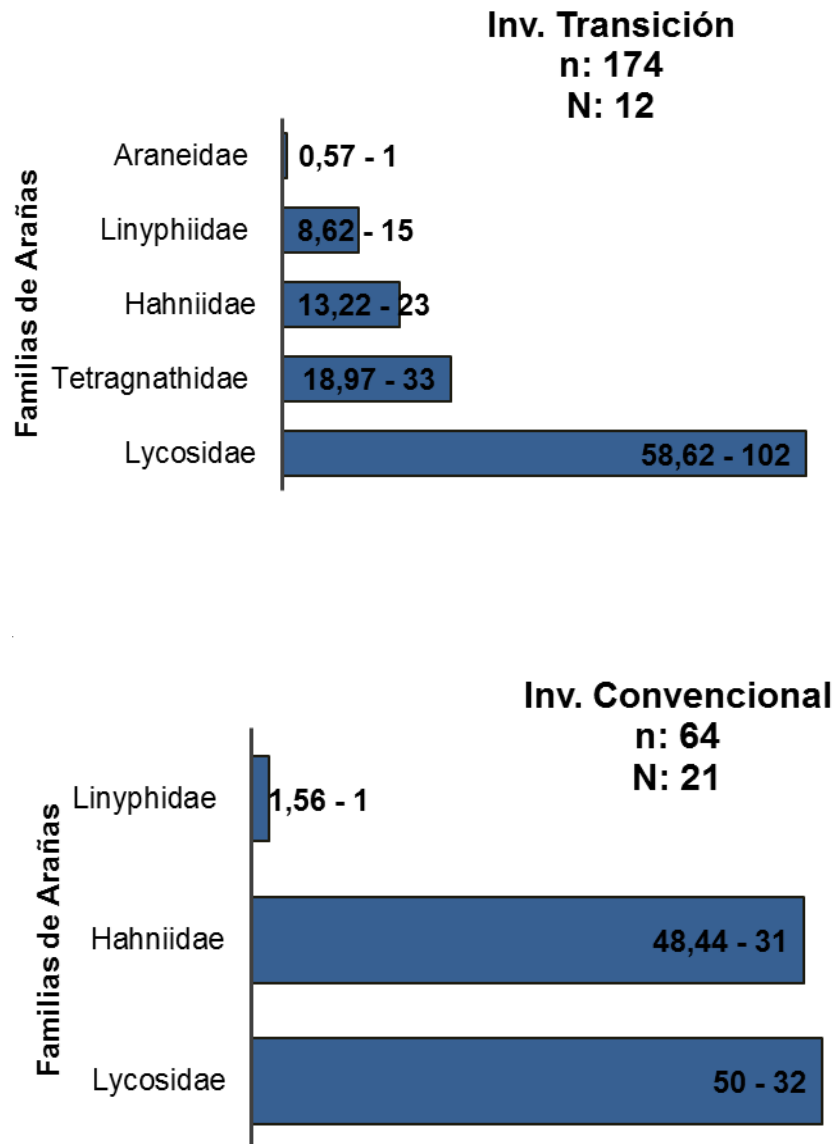


Figura 9: Estructura de dominancia de las familias de arañas presentes en el invernáculo en transición y en el invernáculo convencional del Cinturón Hortícola de La Plata, Argentina. Eje X: Abundancia relativa porcentual (%). Eje Y: Familias de arañas. n: número de individuos; N: número de trampas mensual. Dentro de cada barra, el primer valor corresponde a la abundancia relativa porcentual y el segundo al número de individuos de cada familia.

Los gremios a los que pertenecen las distintas familias de arañas capturadas se muestran en la Tabla 2.

| TIPOS DE ARAÑAS | GREMIOS DE ARAÑAS                     | FAMILIAS       |
|-----------------|---------------------------------------|----------------|
| TEJEDORAS       | Tela Orbicular                        | Araneidae      |
|                 |                                       | Tetragnathidae |
|                 | Errante de tela irregular tipo sabana | Linyphiidae    |
|                 | Tela tipo sabana                      | Hahniidae      |
| CAZADORAS       | Corredora en suelo                    | Lycosidae      |

Tabla 2: Gremios a los que pertenecen las familias halladas en los invernáculos en transición y convencional del Cinturón Hortícola de La Plata, Argentina.

### **Estructura y composición de la comunidad de carábidos**

La dominancia relativa de cada especie de carábido, así como las particularidades de hábitat y tróficas de cada una se muestran en la tabla 3.

| Especies                               | Particularidades de las especies |    |             | IT       |           | IC        |           |
|--|----------------------------------|----|-------------|----------|-----------|-----------|-----------|
|  | Hum                              | Eu | Rol trófico | DA       | %-D       | DA        | %-D       |
| <i>Scarites anthracinus</i>            | M                                | X  | Predador    | 6,50     | 79,58-Eud | 0,10      | 11,11-Eud |
| <i>Aspidoglossa intermedia</i>         | H                                | X  | Predador    | 1,00     | 12,24-Eud |           |           |
| <i>Paranortes cordicollis</i>          | MH                               | X  | Predador    | 0,42     | 5,1-Dom   | 0,14      | 16,67-Eud |
| <i>Loxandrus planicollis</i>           | H                                |    | Predador    | 0,25     | 3,06-Sd   |           |           |
| <i>Notiobia cupripennis</i>            |                                  |    | Fitófago    |          |           | 0,14      | 16,67-Eud |
| <i>Polpochila pueli</i>                | M                                |    | Fitófago    |          |           | 0,14      | 16,67-Eud |
| <i>Notaphus (posticalis) platensis</i> |                                  |    | Predador    |          |           | 0,05      | 5,56-Dom  |
| <i>Brachinus pallipes</i>              | HR                               |    | Predador    |          |           | 0,05      | 5,56-Dom  |
| <i>Incagonum discosulcatum</i>         | H                                |    | Predador    |          |           | 0,05      | 5,56-Dom  |
| <i>Argutoridius chilensis</i>          | MH                               | X  | Predador    |          |           | 0,05      | 5,56-Dom  |
| <i>Incagonum lineatupunctatum</i>      | M                                |    | Predador    |          |           | 0,05      | 5,56-Dom  |
| <i>Selenophorus alternans</i>          |                                  |    | Fitófago    |          |           | 0,05      | 5,56-Dom  |
| <i>Argutoridius bonariensis</i>        | M                                | X  | Predador    |          |           | 0,05      | 5,56-Dom  |
| <b>Riqueza</b>                         |                                  |    |             | <b>4</b> |           | <b>11</b> |           |

Tabla 3: Especies de Carabidae y sus particularidades ecológicas halladas en los invernáculos en transición y convencional del Cinturón Hortícola de La Plata, Argentina. Hum: Preferencias de humedad (H: hidrófila; M: mesófila; MH: mesófila con preferencia por sitios húmedos; HR: hidrófila riparia); Eu.: Euritopismo; DA: Densidad-actividad; %: Abundancia relativa porcentual; Dom: Dominancia (Eud: Eudominante; Dom: Dominante; Sd: Subdominante).

Se observó que la dominancia relativa fue distinta entre tratamientos. Las tres especies mejor representadas para el tratamiento en transición fueron *Scarites anthracinus* (79,5%), *Aspidoglossa intermedia* (12,2%), *Paranortes cordicollis*

(5,1%). En el tratamiento convencional fueron *Paranortes cordicollis* (16,6%), *Polpochila pueli* (16,6%), *Notiobia cupripennis* (16,6%).

La estructura de la comunidad de carábidos muestra una estructura escalonada tanto en el invernáculo en transición como en el convencional (Figura 10).

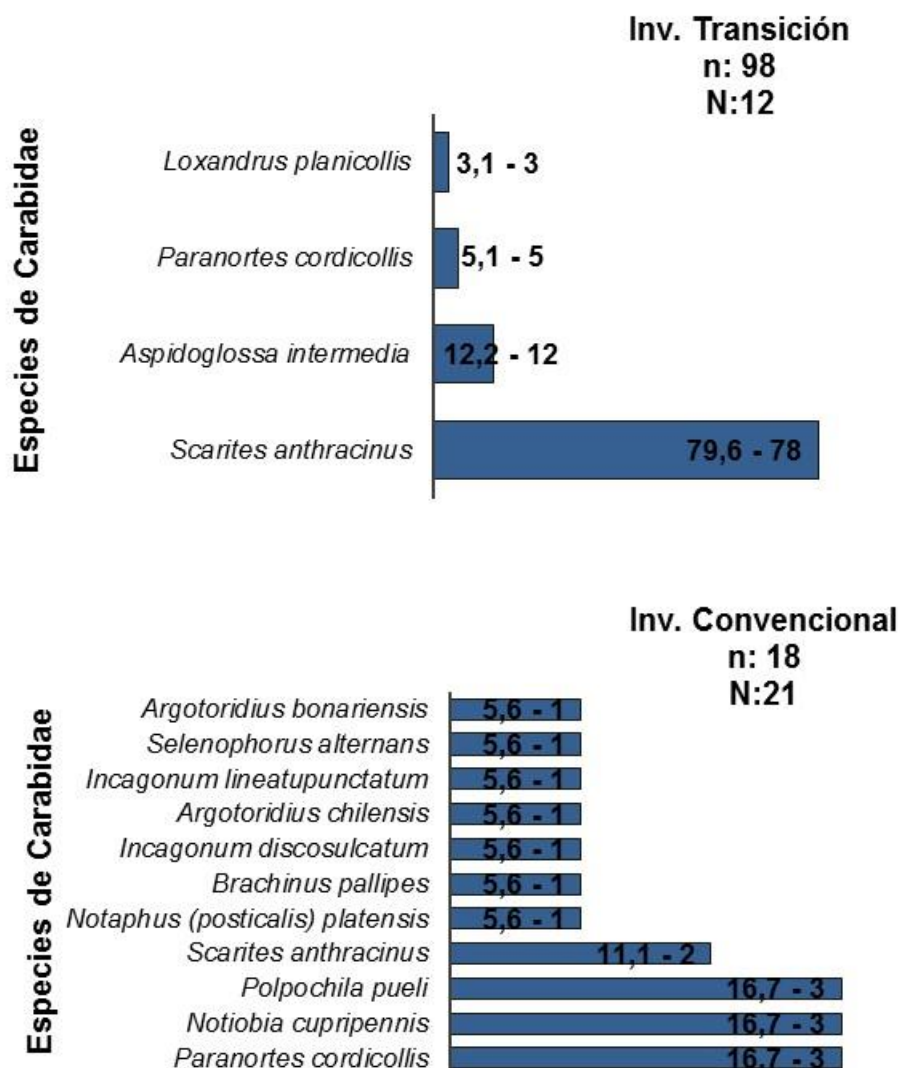


Figura 10: Estructura de dominancia de las especies de carábidos presentes en el invernáculo en transición y en el invernáculo convencional del Cinturón Hortícola de La Plata, Argentina. Eje X: Abundancia relativa porcentual (%). Eje Y: Especies de carábidos. n: número de individuos; N: número de trampas mensual. Dentro de cada barra, el primer valor corresponde a la abundancia relativa porcentual y el segundo al número de individuos de cada especie.

## DISCUSION

Las prácticas agrícolas, como el uso de agroquímicos o el laboreo del suelo, transforman o eliminan el componente vegetal cambiando las condiciones edáficas (Marasas, 2002; Lietti et al., 2008) y alterando la abundancia, riqueza, estructura y composición de la comunidad de carábidos y arañas (Agosti y Sciaky, 1998; Cole et al., 2005; Baloriani et al., 2010, Paleologos, 2012).

La abundancia, riqueza y diversidad de coleópteros y arañas, pueden verse modificadas por la intensidad del manejo y la estructura y diversidad de la vegetación que determinan las condiciones de hábitat (Agosti y Sciaky, 1998; Morris et al., 1999; Gibb y Hochuli, 2002; Woodcock et al., 2006; Clough et al., 2007; Lietti et al., 2008; Baloriani et al., 2010).

Los resultados de este trabajo señalan que, en términos generales, tanto las arañas como los carábidos presentaron diferencias en cuanto a su abundancia, riqueza y diversidad entre los sistemas de manejo estudiados.

Las arañas mostraron una mayor abundancia, riqueza y diversidad en el invernáculo en transición agroecológica en relación al sistema convencional. Esto se relaciona a que la mayor diversidad vegetal presente en el invernáculo en transición, representada por la presencia de varios cultivos y de vegetación espontánea, sumado al escaso laboreo y al bajo uso de agroquímicos, asegura un ambiente estable que favorece la mayor abundancia, riqueza y diversidad de arañas en relación al invernáculo convencional.

Los carábidos presentaron valores mayores de abundancia en el invernáculo en transición en relación al convencional, aunque los valores de riqueza y diversidad fueron más altos en el convencional. Esto estaría relacionado a los hábitos de desplazamiento que poseen los carábidos. Los mismos se trasladan sobre la superficie del suelo de manera permanente entre los distintos parches del paisaje. Este desplazamiento se asocia a la búsqueda de presas y de ambientes estables y propicios para su permanencia. En este caso, a pesar de la mayor riqueza, la baja abundancia que mostraron las especies halladas en el sistema convencional, puede vincularse con que este ambiente de condiciones inestables estaría oficiando como sitio de paso en el paisaje, pero no de permanencia para estas especies. Por el contrario, la mayor abundancia de carábidos en el invernáculo en transición estaría relacionada a la mayor estabilidad presente generada por la alta diversidad vegetal y el escaso disturbio antrópico, lo que ofrecería las condiciones necesarias para su permanencia dentro del invernáculo.

Además de la abundancia, riqueza y diversidad, la estructura de la comunidad y los requerimientos ambientales de los grupos presentes también se encuentran estrechamente relacionados con la complejidad de microhábitats disponibles en un ambiente. Esto se basa a que la presencia y grado de abundancia de determinado grupo o especie se encuentra estrechamente relacionado con la satisfacción de sus requerimientos ambientales (Koivula, 2011).

En este trabajo, las estructuras de las comunidades también mostraron las diferencias en complejidad y estabilidad microambiental entre los distintos manejos.

Ambas estructuras de la comunidad (arañas y carábidos) presentaron una dominancia de tipo escalonada entre las especies y familias presentes en el sistema en transición agroecológica. Este tipo de estructura es compatible con sistemas de importante diversidad y complejidad microambiental (Paleologos, 2012), tal como la presente en el invernáculo en transición agroecológica. En el invernáculo convencional la estructura de las comunidades estudiadas se corresponden con una estructura más simple, en la cual existe una dominancia superior de unas pocas especies y familias por sobre las restantes. Esto fue más notorio para las arañas que para los carábidos, dado la baja abundancia de carábidos hallada en el sistema convencional.

En ambos tratamientos la familia de arañas mejor representada fue Lycosidae, con una dominancia relativa de más del 50%. Las Lycosidae son un grupo de arañas errantes, corredoras o cazadoras activas de suelo, se esconden debajo de pequeñas rocas, en el mantillo preferentemente en lugares con alta humedad, también se adaptan a lugares con suelo descubierto ya que se mimetizan entre las rugosidades de la superficie. Cazan al asecho capturando una gran diversidad de presas fundamentalmente otros artrópodos (Baloriani et al., 2010). Estas características de alta movilidad les permitirían escapar de las aplicaciones de agroquímicos, además tienen hábitos nocturnos lo cual en cierta forma les permite escapar en las horas de aplicación. Además, en ambos agroecosistemas se realiza riegos abundantes, lo cual proporciona condiciones ideales en cuanto a humedad para su permanencia dentro del invernadero (Baloriani et al., 2010) esto justifica la mayor abundancia de esta familia en ambos agroecosistemas.

La familia Hahniidae se mostró como eudominante en el sistema convencional y en el sistema en transición. En esta familia las arañas construyen telas laminares tipo sabana sobre terrones de suelo o en la parte baja del follaje. La presencia de un suelo descubierto explicaría la importante dominancia de esta familia en ambos sistemas, fundamentalmente en el sistema convencional, donde encontraría las condiciones necesarias para armar sus telas.

La familia Tetragnathidae está compuesta por arañas constructoras de tela orbicular, con preferencia en lugares húmedos entre la vegetación. Estas arañas requieren una mayor complejidad de hábitat, ya que para emplazar sus telas requieren una estructura física vegetal diversa (Almada y Sarquis, 2017). Se las puede encontrar errando o cazando, en los estratos bajos de la vegetación y en el suelo (Baloriani et al., 2010). Esta familia fue hallada sólo en el sistema en transición, donde mostró una dominancia muy importante. Esto puede deberse a que, en el sistema en transición, en comparación con el convencional, la presencia de una gran heterogeneidad vegetal, tanto cultivada como espontánea y, el casi nulo disturbio del suelo, estaría favoreciendo una estructura y humedad propicios para la permanencia de esta familia en el agroecosistema.

Se sabe que muchas familias de arañas, fundamentalmente las tejedoras ven afectada su presencia por la baja diversidad y el alto uso de agroquímicos. Las mismas requieren de una estructura vertical para armar sus telas, es decir colocan sus telas entre las ramas de la vegetación, donde los distintos cultivos, sumado al escaso uso de agroquímicos, genera las condiciones de diversidad vegetal vertical y de estabilidad necesaria para la presencia de estos gremios de arañas. Esto se



correspondió con lo observado en nuestro estudio, donde las familias tejedoras Araneidae y Tetragnathidae fueron halladas exclusivamente en el invernáculo en transición agroecológica.

Las arañas de la familia Linyphiidae se ubican sobre el estrato vegetal, donde permanecen y se alimentan (Baloriani et al., 2010; Almada y Sarquis, 2017). Este requerimiento de un componente vegetal estratificado explicaría su condición de dominante en el sistema en transición en relación al convencional donde el estrato vegetal se encuentra limitado exclusivamente al cultivo de tomate y donde presentó una dominancia menor al 2 %.

Al igual que para las arañas, la bibliografía muestra que la intensidad de las prácticas de manejo y las características de la vegetación determinan la estructura y composición de la comunidad de carábidos presente (Thiele, 1977; Fournier y Loreau, 2001; Cicchino y Farina, 2009). En este estudio, la composición y la dominancia relativa de las distintas especies halladas, así como sus preferencias de hábitats, indicaron condiciones diferentes entre los sistemas de manejo convencional y transición agroecológica.

En el sistema agroecológico, se encontraron dos especies eudominantes: *Scarites anthracinus* y *Aspidoglossa intermedia*, una especie dominante: *Paranortes cordicollis* y una recedente: *Loxandrus planicollis*:

*Scarites anthracinus*: es una especie mesófila, además es una especie eurítopa, es decir generalista, de nicho amplio. Necesita de ambientes estables dado que es de hábitos fosores y forma galerías donde se refugia, hiberna y alimenta. Además, posee un tamaño grande (23 mm) y un cuerpo cilíndrico, que le dificulta el desplazamiento, por lo que requiere de ambientes con vegetación poco densa y/o suelo desnudo para su desplazamiento durante la búsqueda de presas.

*Aspidoglossa intermedia*: especie mediana (6mm), fosora e hidrófila, tiene preferencia por lugares con una gran presencia de mantillo (Cicchino et al., 2003), está asociada a ambientes con vegetación y cercanos a charcos de agua (Paleologos, 2012).

*Paranortes cordicollis*: es una especie grande (15 mm), mesófila con cierta preferencia por ambientes húmedos, eurítopa. Es una gran cursora superficial y predadora de tamaño grande. Muy veloz en su desplazamiento. Requiere de sitios con vegetación poco densa.

*Loxandrus planicollis*: especie de tamaño medio (9,5 mm), hidrófilas, estenótopas. Cursorial de tamaño medio y típico de terrenos y pastizales muy húmedos.

Las especies presentes estuvieron en relación con las características de manejo del sistema en transición. Estos sistemas agroecológicos se caracterizan por prácticas de labranza donde se remueve el suelo sólo en el surco del cultivo, donde se realiza aplicación de compost. Además, en los sectores no cultivados y en los márgenes del invernáculo se observa la presencia de vegetación corta y diversa, con presencia de sitios vegetados y despejados. Esta heterogeneidad espacial en los distintos sectores del invernáculo se asociaría con la disponibilidad de hábitat con distinto contenido de agua. Un suelo con vegetación se encuentra menos

expuesto a la insolación y a la desecación, sumado al riego propio del sistema que forma charcos en distintos sectores, lo que asegura la disponibilidad de hábitats con diferente tenor de humedad, explicando la presencia de especies con distintos requerimientos de humedad. Además, las especies de mayor tamaño encontrarían las condiciones de vegetación abierta necesarias para su desplazamiento dentro del cultivo y las especies fosoras encontrarían en los márgenes con vegetación y escaso disturbio un lugar más que propicio para la formación de sus galerías (Paleologos, 2012).

Por otro lado, en el invernáculo convencional, la eudominancia estuvo representada por cuatro especies: *Paranortes cordicollis*, *Notiobia cupripennis*, *Polpochila pueli* y *Scarites anthracinus*.

*Notiobia cupripennis*, es una especie omnívora y oportunista, aunque tiene preferencia por el consumo de semillas (Lietti et al., 2000; Porrini et al., 2015) y *Polpochila pueli*, es una especie fitófaga y mesófila, aunque tiene preferencia por sitios secos.

Las especies dominantes con solo un representante capturado fueron: *Notaphus (posticalis) platensis*, *Brachinus pallipes*, *Incagonum discosulcatum*, *Argutoridius chilensis*, *Incagonum lineatopunctatum*, *Selenophorus alternans* y *Argutoridius bonariensis*. Algunas de estas especies son mesófilas y otras hidrófilas (Tabla 3, Figura 10).

En este caso, la diversidad vegetal se encuentra representada exclusivamente por la especie cultivada, encontrándose la superficie no cultivada desprovista de cualquier tipo de vegetación. Además, antes de la siembra el suelo es removido en su totalidad y durante todo el ciclo del cultivo se hace un importante uso de agroquímicos. Estas condiciones de suelo descubierto y disturbio explican la eudominancia de especies mesófilas y que se desplazan hábilmente sobre la superficie (*Paranortes cordicollis*, *Notiobia cupripennis*, *Polpochila pueli*). Por otro lado, la presencia de especies hidrófilas podría deberse a los sectores de charcos de agua causadas por pérdidas en las mangueras de riego que aportan ambientes de humedad. La muy baja abundancia de las especies estaría señalando que este sistema convencional actuaría como una zona de paso para estas especies, pero no ofrecería condiciones para su permanencia.

Desde el punto de vista funcional, las arañas constituyen un grupo predador por excelencia, ocupando exclusivamente este nivel trófico y constituyendo uno de los grupos de enemigos naturales de plagas más importante.

Dentro de los carábidos pueden encontrarse especies representantes de todos los niveles tróficos. Los carábidos, como predadores, específicos o inespecíficos, pueden actuar como reguladores de herbívoros plaga en distintos niveles de la cadena trófica, al alimentarse tanto de larvas como adultos (Lang et al., 1999; Kromp, 1999; Marasas, 2002; Miñarro y Dapena, 2003). Además, intervienen en la incorporación de la materia orgánica a través de sus deyecciones y las secreciones liberadas por los predadores de digestión extraoral activan la microbiota edáfica colaborando con la movilización de nutrientes y la estructura del suelo (Marasas, 2002). Además, las especies fosoras, con la formación de cuevas y galerías,

mejoran la estructura del suelo aumentando la aireación, infiltración de agua y penetración de las raíces (Cicchino y Storti, 2007).

En este estudio, todas las especies de carábidos halladas en el invernáculo en transición, independientemente de sus preferencias de hábitat, fueron de hábito predador, siendo las dos más dominantes además fosoras. Por el contrario, en el invernáculo de manejo convencional, dos de las tres especies de mayor dominancia correspondieron a especies fitófagas.

Los resultados encontrados señalan la relevancia del tipo de manejo sobre la presencia de enemigos naturales polífagos (arañas y carábidos). El invernáculo manejado en base al enfoque agroecológico, que tiene como bases fundamentales el manejo de la biodiversidad vegetal y el manejo ecológico del suelo, genera las condiciones propicias para la presencia de estos enemigos naturales potenciando el proceso de regulación biótica de plagas a través de mecanismos "Top-down". Esto adquiere relevancia en el marco de la posibilidad de avanzar en el planteo de sistemas hortícolas más sustentables en la Región Hortícola ya que las mejoras en los mecanismos de autorregulación permiten independizarse de la aplicación de insumos químicos que provocan daños al ambiente, a la salud de productores y consumidores, contaminación ambiental y altos costos para los productores quienes muchas veces no pueden afrontarlos.

## **CONCLUSIONES**

Una alta diversidad vegetal en los agroecosistemas favorece una diversidad estructural que permite albergar organismos responsables del cumplimiento de los mecanismos Top- down. Por el contrario, sistemas pobres en diversidad vegetal y, con un alto uso de insumos generan una simplificación ambiental que favorece la presencia de organismos fitófagos y reduce los mecanismos de autorregulación biótica del sistema.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Agosti M y Sciaky R (1998). Carabidocenosi dei vigneti: rapporti con le zone limitrofe ed evoluzione nel tempo. "Natura Bresciana". Ann. Mus. Civ. Sc. Nat., Brescia, 31: 69-86.
- Almada MS, Sosa MA, y González A (2012). Araneofauna (Arachnida: Araneae) en cultivos de algodón (*Gossypium hirsutum*) transgénicos y convencionales en el norte de Santa Fe, Argentina. Rev. Biol. Trop. Vol. 60 (2): 611-623.
- Almada MS y Sarquis JA (2017). Diversidad de arañas del suelo y su relación con ambientes heterogéneos del Parque General San Martín, Entre Ríos, Argentina. Revista Mexicana de Biodiversidad 88 (2017) 654–663.

- Altieri MA y DL Letourneau (1984). Vegetation diversity and insect pest outbreaks. *CRC Crit. Rev. Plant Sci.*, 2: 131-169.
- Altieri MA (2007). El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos. En: *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones*. MA Altieri (Editor/Compilador). SOCLA. Pp: 65-94.
- Altieri MA y Nicholls CI (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas* 16 (1): 3-12.
- Álvarez-Rivero JC, Díaz-González JA, López-Naranjo JI (2005). Agricultura orgánica v.s. agricultura moderna como factores en la salud pública. ¿Sustentabilidad? *Horizonte sanitario*, 5: 28-40.
- Andow DA (1991). Vegetational diversity and arthropod population response. *Ann. Rev. entomol.* 36, 561-586.
- Armendano A, González A (2011). Efecto de las arañas (Arachnida: Araneae) como depredadoras de insectos plaga en cultivos de alfalfa (*Medicago sativa*) (Fabaceae) en Argentina. *Revista de Biología Tropical. Universidad de Costa Rica*. San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. Vol. 59 No. 4. Pp. 1651-1662.
- Asteraki EJ, Hart BJ, Ings TC, Manley WJ (2004). Factors influencing the plant and invertebrate diversity of arable field margins. *Agriculture Ecosystems Environment*, 102: 219- 231.
- Baars MA (1979). Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. *Oecología* 41: 25-46.
- Baloriani GI, Paleologos MF, Marasas ME y Sarandón SJ (2009). Abundancia y Riqueza de la Macrofauna Edáfica (Coleoptera y Araneae), en Invernáculos Convencionales y en Transición Agroecológica. Arana, Argentina. *Rev. Bras. de Agroecología/nov.* Vol. 4 No. 2.:1733- 1737. Resúmenes de VI CBA e II CLAA.
- Baloriani GI, Marasas ME, Benamú MA y Sarandón SJ (2010). Estudio de la macrofauna edáfica (Orden Araneae). Su riqueza y abundancia en invernáculos sujetos a un manejo convencional y en transición agroecológica. Partido de La Plata, Argentina. *Rev. de Agroecología*. Vol. 5, Pp: 33-40.
- Benencia R (1997). Los productores hortícolas. En: *Área hortícolas Bonaerense. Cambios en el Área hortícola Bonaerense. Cambios en la producción y su incidencia en los sectores sociales*. Editorial: La Colmena. Capítulo VIII: 123-150.
- Castiglioni E, García L, Burla J, Arbulo N y Fagúndez C (2017). Arañas y carábidos como potenciales bioindicadores en ambientes con distinto grado de intervención antrópica en el este uruguayo: un estudio preliminar. *Rev. del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (INNOTEC)* No. 13. Pp 106 – 114.
- Censo Hortiflorícola de Buenos Aires (2005). (CHFBA'05) Ministerio de Asuntos Agrarios y Ministerio de Economía de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) 2006, p.116.

- Cicchino AC, ME Marasas y Paleologos MF (2003). Características e importancia de la carabidofauna edáfica de un cultivo experimental de trigo y sus bordes con vegetación espontánea en el partido de La Plata, Pcia. de Buenos Aires. *Revista de Ciencia y Tecnología* N 8: 41- 54.
- Cicchino, AC y Farina, JL (2007b). Riqueza, dominancia y fenología primaveral, estival y otoñal de los Carábidos edáficos (Insecta: Coleoptera). De los currales serranos y periserranos de las sierras de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires. Libro de Resúmenes VI Reunión Científico Técnica de Biología del Suelo y VI Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno, A4 004: 1-15. ISBN: 978-950-665-438-2
- Cicchino A y Storti C (2007). Riqueza específica de los carábidos (Insecta, Coleoptera) de los suelos del Partido de Saladillo, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Resultados preliminares. Libro de Resúmenes (ISBN 978-950-665-437-5):150-151.
- Cicchino AC (2009b). Los carábidos edáficos (Insecta: Coleoptera, Carabidae) de una vivienda urbana típica del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. VII Reunión Científico Técnica de Biología del Suelo y VII Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno. Area V: 233- 250. ISBN: 978-950-554-691-6
- Cicchino AC y Farina JL (2009). Dominancia estacional y fenología de los carábidos (Insecta, Coleoptera) de los suelos serranos de las Sierra de Difuntos, Partido de General Pueyrredón, Provincia de Buenos Aires, Argentina. VII Reunión Científico Técnica de Biología del Suelo y VII Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno. Area V: 206- 231. ISBN: 978-950-554-691-6
- Cieza R (2018). Conformación, dinámicas y transformaciones en el periurbano platense. En: *Sistemas productivos periurbanos en el sur del Área Metropolitana de Buenos Aires*. Cieza R (coordinador) 1a ed. Ediciones CICCUS. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Pp: 15-34.
- Cittadini R, Catalano J, Gómez P, Catullo J, Díaz D y Elverdín J (2005). Programa nacional de investigación y desarrollo tecnológico para la pequeña agricultura familiar. Documento Base. INTA. Abril. Pp: 29.
- Cole LJ, McCracken DI, Downie IS, Dennis P, Foster GN, Waterhouse T, Murphy KJ, Griffin AL y Kennedy MP (2005). Comparing the effects of farming practices on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) and spider (Araneae) assemblages of Scottish farmland. *Biodiversity and Conservation* 14: 441- 460.
- Collins JA, Jennings DT y Forsute Jr HY (1996). Effects of cultural practices on the spiders (Araneae) fauna of Lowbush Blueberry fields in Washington County, Maine. En: *The Journal of Arachnology*, 24, pp.43-57.
- Chen KC, Tso IM (2004). Spider diversity on Orchid Island, Taiwan: A comparison between habitats receiving different degrees of human disturbance. En: *Zoological Studies*, 43(3), pp.598-611.



- Clough Y, Kruess A y Tscharrntke T (2007). Organic versus conventional arable farming systems: functional helps understand Staphylinid response. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118: 285-290.
- Dubrovsky N, Ricci M, Polack A y Marasas M (2017) Control biológico por conservación: evaluación de los enemigos naturales de *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) en un manejo agroecológico de producción al aire libre de repollo (*Brassica oleracea*) del Cinturón Hortícola de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Rev. de la Facultad de Agronomía, La Plata*. Vol. 116 (1). Pp. 141-154.
- Fournier E, Loreau M (2001). Respective roles of recent hedges and forest patch remnants in the maintenance of ground- beetle (Coleoptera: Carabidae) diversity in an agricultural landscape. *Landscape Ecology* 16: 17- 32. doi.org/10.1023/A:1008115516551.
- García M (2011). El cinturón hortícola platense: ahogándonos en un mar de plásticos. Un ensayo acerca de la tecnología, el ambiente y la política. *Theomai*, núm. 23. pp 35-53.
- García M (2014). Crítica al enfoque clásico de innovación tecnológica: Estudio de caso del invernáculo en el Cinturón Hortícola Platense. *Geograficando*, 10(1). Recuperado de: <http://www.geograficando.fahce.unlp.edu.ar/article/view/GEOv10n02a01>
- García M (2015). Horticultura de La Plata (Buenos Aires). Modelo productivo irracionalmente exitoso. *Rev. Facultad de Agronomía, La Plata*. Vol. 114 (Núm. Esp.1) pp:190-201.
- Gibb H y Hochuli D (2002). Habitat fragmentation in an urban environment: large and small fragments support different arthropod assemblages. *Biological Conservation* 106: 91-100.
- Gliessman SR (2002). Agroecología: procesos ecológicos en la agricultura sostenible. CATIE: Turrialba, Costa Rica. Pp 359.
- Goulet H, Lesage L, Bostanian N, Vicent C y Lasnier J (2004). Diversity and seasonal activity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in two vineyards of goythern Quebec, Canada. *Ann Entomology Soc. Am.* 97: 1263-1272.
- Hang GM, GF Larrañaga, CI Seibane, ML Bravo, G Ferraris, CA Kebat, V Luján Blanco y M Otaño (2009). Caracterización de los sistemas de producción hortícola en el municipio de La Plata, Argentina. *Análisis dinámico desde una perspectiva cualitativa. Agron.* 17(2): 59 - 67.
- Hatt SMM (2017). Spatial diversification of agroecosystems towards biological control of insect pests: A focus on intercropping and wildflower strips. Dissertation originale présentée en vue de l'obtention du grade de docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique. Communiqué Française de Belgique. Université de Liège-Gembloux Agro- Bio Tech. Pp:211.

- Jarosik V (1992). Pitfall trapping and species-abundance relationships: a value for carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca* 89: 1-12.
- Koivula MJ (2011). Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) reflecting environmental conditions. *ZooKeys* 100: 287- 317.
- Kromp B (1999). Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. *Agric. Ecosys. Environ.* 74: 187-228.
- Lang A, Filser J y Henschel JR (1999). Predation by ground beetles and wolf spiders on herbivorous insects in a maize crop. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 72: 189- 199.
- Lietti M, Montero G, Faccini D, y Nisensohn L (2000). Evaluación del consumo de semillas malezas por *Notiobia* (Anisotarsus) *cupripennis* (Germ.) (Coleoptera: Carabidae). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n.2, p. 331-340.
- Lietti M, Gamundi JC, Montero G, Molinari A y Bulacio V (2008). Efecto de dos sistemas de labranza sobre la abundancia de artrópodos que habitan en el suelo. *Ecología Austral*, Buenos Aires. Vol. 18, p. 71-87.
- Lin BB (2011). Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. *BioScience*, 61: 183–193.
- Luff ML (1975). Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia* 19: 345-457.
- Magura T (2002). Carabids and forest edge: spatial pattern and edge effect. *Forest Ecology and Management* 157: 23- 37.
- Marasas M (2002). Efecto de los sistemas de labranza sobre la abundancia y diversidad de la coleopterofauna edáfica, con especial referencia a las especies de Carabidae, en un cultivo de trigo y los ambientes naturales circundantes. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y de Museo. UNLP. Pp: 113.
- Marasas ME, Sarandón SJ y Cicchino A (2010). Seminatural Habitats and Field Margins in a Typical Agroecosystem of the Argentinean Pampas as a Reservoir of Carabid Beetles. *Journal of Sustainable Agriculture* 34 (2): 153- 168.
- Martínez-Martínez L, Colón EM, García MA, Jarquín R y Sánchez JA (2016). Riqueza de especies y gremios de arañas (Chelicerata: Araneae) en mono y policultivos de maíz, en Reyes Mantecón, Oaxaca. *Rev. Entomología mexicana*. Montecillo, Texcoco, Estado de México. Vol. 3. Pp 64–69.
- Miñarro M y E Dapena (2003). Effects of groundcover management on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an apple orchard. *Applied Soil Ecology* 23: 111- 117.
- Moonen AC y Bàrberi P (2008). Functional biodiversity: An agroecosystem approach. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127: 7-21.

- Moreno CE (2001). Métodos para medir la biodiversidad. MyT – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Morris T, Symondson WOC, Kidd NAC, Campos M (1999). Las arañas y su incidencia sobre *Prays oleae* en el olivar. *Bol. Veg. Plagas*, 25: 475-489.
- Nicholls CI, Altieri MA, Vázquez LL (2015). Agroecología: principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología* 10(1). Pp: 61-72.
- Norris SL, Blackshaw RP, Dunna RM, Critchley NR, Smith KE, Williams JR, Randall NP, Murray PJ (2016). Improving above and below-ground arthropod biodiversity in maize cultivation systems. *Applied Soil Ecology* 108: 25–46.
- Paleologos MF, CC Flores, SJ Sarandon, SA Stupino y MM Bonicatto (2008). Abundancia y diversidad de la entomofauna asociada a ambientes seminaturales en fincas hortícolas de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista Brasileira de Agroecología* 3 (1):28-40.
- Paleologos MF (2012). Los carábidos como componentes clave la agrobiodiversidad. Su rol en la sustentabilidad de los agroecosistemas de vid de la zona de Berisso, Provincia de Buenos Aires. Tesis Doctoral. Fac de Cs Nat. y Museo. UNLP. Pp: 61.
- Paleologos MF y CC Flores (2014). Principios para el manejo ecológico de plagas. En: *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. SJ Sarandón y CC Flores (Editores), 1a ed. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Pp: 260-282.
- Paleologos MF, Cicchino AC, Sarandón SJ (2015). El ensamble carábidológico: un indicador de sustentabilidad en los agroecosistemas de vid de la costa de Berisso, Buenos Aires, Argentina. *Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología*. Facultad de Ciencias Agrarias. UNLP. Archivo Digital: ISBN 978-950-34-1265-7
- Paleologos MF, Pereyra PC, Sarandón SJ, Cicchino AC (2015). El rol de los ambientes semi- naturales en la abundancia y diversidad de coleópteros edáficos en los viñedos de la Costa de Berisso, Argentina. *Revista Facultad Agronomía La Plata* (2015) Vol 114 (Núm. Esp.1) Agricultura Familiar, Agroecología y Territorio: 74-84.
- Paleologos MF, Iermanó MJ, Blandi ML, Sarandón SJ (2017). Las relaciones ecológicas: un aspecto central en el rediseño de agroecosistemas sustentables, a partir de la Agroecología. *Redes - Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul*, Vol. 22, No 2.
- Paleologos MF, Stupino SA, Cicchino AC, y Sarandón SJ (2019). Los carábidos como indicadores de condiciones de diversidad estructural en agroecosistemas. Su importancia para una agricultura sustentable. I Congreso Argentino de Agroecología. Mendoza, Argentina
- Pearson KA y Tooker JF (2017). In-Field Habitat Management to Optimize Pest Control of Novel Soil Communities in Agroecosystems. *Insects*, 8(3), 82.

- Phillips LD y Coob TP (2005) Effects of habitat structure and lid transparency on pitfall catches. *Environmental Entomology* 34 (4): 875-882.
- Porrini D, Castro A, Arcusa J, Peralta L, Baloriani G y Cicchino A (2015). Aportaciones de los agroecosistemas del Cinturón Hortícola Platense al mantenimiento de la diversidad y funcionalidad de los ensambles locales de carábidos (Insecta: Coleoptera). *Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología*. Facultad de Ciencias Agrarias. UNLP. Archivo Digital: ISBN 978-950-34-1265-7.
- Ringuelet R (2008). La complejidad de un campo social periurbano centrado en las zonas rurales de La Plata. *Mundo Agrario*. Vol 9. No 17. P 20.
- Risch SJ, Andow D, Altieri MA (1983). Agroecosystem diversity and pest control: data, tentative conclusions and new research directions. *Environ. Entomol.* 12, 625-629.
- Rubio GD, Damborsky MP, Corronca JA (2004). Araneofauna (Arachnida, Araneae) en un área natural protegida de la provincia de Corrientes, Argentina. *Resúmenes de las Com. Cient. y Tec. UNNE*. Resumen: B-048.
- Sarandón SJ, Zuluaga MS, Cieza R, Gómez C, Janjetic L y Negrete E (2006). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en Misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Rev. Agroecología, España* 1: 19-28.
- Sarandón SJ (2002). Incorporando el enfoque agroecológico en las Instituciones de Educación Agrícola Superior: la formación de profesionales para una agricultura sustentable. *Rev. Agroecología y Desarrollo Rural Sustentável*. EMATER RS, Brasil, 3(2):40-49.
- Sarandón SJ (2010). La Agroecología: su rol en el logro de una agricultura sustentable. En "Curso de Agroecología y Agricultura sustentable". Material didáctico editado en CD ROM. Capítulo 2: 16pp (modificado).
- Sarandon SJ y Flores CC (2014a). La insustentabilidad del modelo agrícola actual. En: *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. SJ Sarandón y CC Flores (Editores), 1a ed. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. EDULP. Pp: 13- 41.
- Sarandón SJ y Flores CC (2014b). La agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable. En: *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. SJ Sarandón y CC Flores (Editores), 1a ed. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. EDULP. Pp: 42-69.
- Schmidt M.H, Roschewitz I, Thies C y Tscharrntke T (2005). Differential effects of landscape and management on diversity and density of ground-dwelling farmland spiders. En: *Journal of Applied Ecology*, 42, pp.281-287.
- Sicard TL (2009). Agroecología: desafíos de una ciencia ambiental en construcción. En: *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones* MA Altieri (Editor/Compilador). SOCLA. Pp: 45-67.

- Simó M, Laborda A, Jorge C, Castro M (2011). Las arañas en agroecosistemas: bioindicadores terrestres de calidad ambiental. Rev. del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (INNOTEC). No 6. Pp: 51-55. Disponible en: <http://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/135>. Último acceso: 5 de enero de 2019.
- Spence JR y Niemelä JK (1994). Sampling carabid assemblages with pitfall traps. The madness and the methods. Canadian Entomologist 126: 881- 994.
- Staviski A (2010). Situación de la plasticultura en Argentina. Informe frutihortícola. Abril.  
Disponible en: [http://www.infofrut.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1069:plasticultura-en-la-argentina&catid=92:sanidad](http://www.infofrut.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=1069:plasticultura-en-la-argentina&catid=92:sanidad). Último acceso: 20 de febrero de 2016.
- Stupino SA, MJ Lermanó, NA Gargoloff y MM Bonicatto (2014). La biodiversidad en los agroecosistemas. En: Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. SJ Sarandón y CC Flores (Editores), 1a ed. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. EDULP. Pp: 131-153.
- Suárez-Forero DA, Correa-Ramírez MM y Álvarez-Zagoya R (2009). Gremios ecológicos de arañas (Arachnida: Araneae) asociados a cultivos y su vegetación de borde en el estado de Durango y Zacatecas, México. Vidsupra, 3: 37–44.
- Swift MJ, Izac A-MN y van Noordwijk M (2004). Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes- are we asking the right questions Agriculture, Ecosystems and Environmental. 104: 113- 134.
- Terashima M, Camps N, Bembassat M, Gorosito N, Clemente S (2015). La asociación de especies vegetales como estrategia que promueve la presencia de artrópodos en una finca hortícola periurbana. Memorias del V Congreso Latinoamericano de Agroecología. Facultad de Ciencias Agrarias. UNLP. Archivo Digital: ISBN 978-950-34-1265-7
- Thiele HU (1977). Carabid Beetles in their environments. Berlin/ Heidelberg: Springer-Verlag, New York. Pp: 369.
- Woodcock BA, Lawson CS, Mann DJ y Mc Donal AW (2006). Effects of grazing management on beetle and plant assemblages during the re-creation of a flood-plain meadow. Agriculture, Ecosystems and Environmental 116: 225-234.
- Uetz, G. W., Halaj, J. and A. B. Cady. (1999). Guild structure of spiders in major crops. The Journal of Arachnology, 27(1): 270–280.
- UNEP/CDB/COP (2000). The Biodiversity Agenda. Decisiones adoptadas por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica en su quinta reunión. Apéndice. Nairobi, 15-26 de mayo 2000.
- Yoshihara Y y Sato S (2015). The relationship between dung beetle species richness and ecosystem functioning. Applied Soil Ecology Volume 88, April 2015, Pages 21-25.



Zelennkova J y Hurka J (1990). Carabids (Coleoptera Carabidae) in the epigeon of pest management apple orchard in South Bohemian. *Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovaca* 54: 133-145.